

Artigo científico



Validação de catálogos de cores como indicadores do estágio de maturação e do ponto de colheita de maçã

Luiz Carlos Argenta¹, Marcelo José Vieira² e Andreia Maria T. Scolaro³

Resumo – A validade dos catálogos de escalas de cores de fundo (cor da região menos avermelhada da epiderme) desenvolvidos para maçãs ‘Gala’ e ‘Fuji’ pela Epagri foi analisada neste estudo pela significância da correlação entre a variação dos índices de cores de fundo (estimados pelos catálogos de cores) e os demais índices de maturação. As mudanças da cor de fundo em maçãs ‘Gala’, ‘Royal Gala’ e ‘Fuji’ estimadas por catálogo de cores (escala 1 a 5) se relacionaram significativamente com as mudanças da cor de fundo determinada por colorímetro, da firmeza da polpa, do índice de amido e do teor de sólidos solúveis totais. Os menores coeficientes de correlação ocorreram entre a cor de fundo estimada pelo catálogo de cores e a acidez titulável, produção de etileno e intensidade de cor vermelha, especialmente em ‘Fuji’. A variação da firmeza de polpa em função da variação da cor de fundo se ajustou a modelos lineares ou quadráticos. Esses modelos foram usados para estimar os índices de cor de fundo do catálogo de cores correspondentes ao período ideal de colheita, os quais variaram de 2,8 a 4,1 para ‘Gala’, 2,5 a 3,7 para ‘Royal Gala’ e 2,2 a 3,6 para ‘Fuji’.

Termos para indexação: *Malus domestica*, cor de fundo, maturação, colheita.

Validation of ground color chart as indicators of maturity stage and harvest date of apples

Abstract – The ground color index is one of most used parameters for maturity assessment of green or partly red varieties of apples at orchard. The validation of ground color (color on the least red part of skin) cards developed for ‘Gala’ and ‘Fuji’ apples was assessed in the present study by the significance of correlation between ground color indices (estimated by color chart) and other ripening indicators. Changes in ground color on ‘Gala’, ‘Royal Gala’ and ‘Fuji’ estimated by color chart (1 to 5 scale) related significantly with evolution of other ripening indices including ground color measured by colorimeter, firmness, starch index, and soluble solids content. The lowest correlation indices occur between chart ground color and titratable acidity, ethylene production and red color intensity, particularly for ‘Fuji’. Data of firmness changes fitted to linear or quadratic models as functions of ground color evolution. These models were used to estimate indices of chart ground color relative to optimum harvest period which vary from 2.8 to 4.1 for ‘Gala’, 2.5 to 3.7 for ‘Royal Gala’ and 2.2 to 3.6 for ‘Fuji’.

Index terms: *Malus domestica*, ground color, ripening, harvest.

Introdução

A qualidade e o potencial de armazenagem de maçãs são influenciados pelo estágio de maturação dos frutos na colheita (Knee & Smith, 1989; Blanpied & Silsby, 1992). Estudos demonstram que o ponto ideal da colheita de maçãs destinadas à armazenagem por longos períodos está associado ao estágio em

que a taxa respiratória é mínima, o pré-climatério (estádio que antecede o aumento acentuado e transitório da respiração), e ao início da síntese de etileno autocatalítico (Reid et al., 1973; Knee et al., 1983; Blanpied, 1986). Entretanto, essas medidas fisiológicas não têm sido usadas como método prático na determinação do início da colheita de maçãs pelos produtores.

As medidas práticas mais empregadas para monitorar a evolução da maturação na planta e indicar o ponto de colheita de maçãs são a firmeza da polpa, o índice de degradação do amido, o índice de cor de fundo da epiderme (casca), (cor da superfície menos exposta ao sol) e o teor de sólidos solúveis (Kingston, ▶

Aceito para publicação em 26/8/2010.

¹ Eng.-agr., Epagri/Estação Experimental de Caçador, C.P. 591, 89500-000 Caçador, SC, fone: (49) 3561-2000, e-mail: argenta@epagri.sc.gov.br.

² Eng.-agr., Bolsista do CNPq, Epagri/Estação Experimental de Caçador, fone: (49) 3561-2000.

³ Eng.-agr., Bolsista do CNPq, Epagri/Estação Experimental de Caçador, fone: (49) 3561-2000.

1992; Blanpied & Silsby, 1992; Bartram, 1993). Esses índices físico-químicos se caracterizam pela simplicidade dos métodos e instrumentos de avaliação e pela aceitável precisão (Knee & Smith, 1989). Mesmo assim, valores absolutos de índices físico-químicos ou fisiológicos nem sempre correspondem ao ponto ideal de colheita para máxima qualidade ou potencial de armazenagem devido, principalmente, às variações das condições meteorológicas entre regiões ou anos e as variações de solo e sistemas de cultivo entre pomares (Kingston, 1992; Blanpied & Silsby, 1992; Bartram, 1993).

O catálogo de escalas de degradação do amido (Bender & Ebert, 1985) e as medidas de firmeza da polpa têm sido amplamente empregados no Brasil para estimar o estágio de maturação de maçãs, especialmente nos laboratórios de controle de qualidade e maturação do setor produtivo. Já o índice de cor de fundo e a intensidade de cor vermelha têm sido usados como indicadores práticos do ponto de colheita de maçãs 'Gala' e 'Fuji' no pomar, especialmente por pequenos produtores, tanto no Hemisfério Norte, quanto na Nova Zelândia (Watkins et al., 1993a; Kupferman, 1994) e no Brasil. A intensidade da cor vermelha é uma medida de qualidade, enquanto a cor de fundo é uma medida de maturação. Maçãs bicolores com alta intensidade de cor vermelha são preferidas pelos consumidores e possuem maior valor comercial (Harker et al., 2003). A mudança da cor de fundo, de verde para amarelo, ou amarelo-laranja, resulta da redução do conteúdo de clorofila e da revelação e aumento do conteúdo de carotenoides das células da epiderme (Knee, 1971). Essas alterações são estimuladas pelo etileno e aumentam durante o climatério (Lelièvre et al., 1997). A cor de fundo correspondente ao ponto de colheita não é a mesma para todas as cultivares e pode variar entre os principais centros de produção, como Estados

Unidos e Nova Zelândia (Kingston, 1992; Bartram, 1993).

As mudanças de cor de fundo podem ser avaliadas por métodos analíticos de determinação da concentração dos pigmentos clorofila e carotenoides dos tecidos ou por instrumento de medida de cor (colorímetro). O colorímetro permite expressões numéricas e precisas de cor, como o ângulo *hue*⁴ (relacionado ao tipo de cor: vermelho, amarelo, azul, etc.) e os índices L (medida de brilho) e C (medida de contraste e saturação) (McGuire, 1992). No entanto, o colorímetro não tem sido usado pelos fruticultores e é raramente usado em laboratórios de controle de qualidade e de análises da maturação do setor produtivo de maçãs. Na maioria dos países, os fruticultores ainda utilizam (ou preferem) os catálogos de cores aos colorímetros. No Japão e na Nova Zelândia, os catálogos de cores são distribuídos pelo serviço de assistência técnica governamental para orientar a colheita da maçã.

Apesar de os catálogos de escalas de cores de fundo para maçãs 'Gala' e 'Fuji' (Argenta, 2004a; 2004b) (Figura 1) serem atualmente utilizados comercialmente no Brasil, a sua validade não foi relatada ainda. Por isso, o presente estudo foi conduzido para determinar a relação entre a variação dos índices de cores de fundo (estimados pelos catálogos de escalas de cores de Argenta (2004a; 2004b)), e os demais índices de maturação de maçãs 'Gala', 'Royal Gala' e 'Fuji' para validação desses catálogos. Adicionalmente, determinaram-se os índices de cor de fundo correspondentes ao período ideal de colheita dessas cultivares de maçãs.

Material e métodos

Origem dos frutos

A colheita de maçãs, ano agrícola 2003/04, foi realizada em 16 pomares comerciais da cultivar Gala, 14 pomares comerciais da cultivar Royal Gala e 18 pomares comerciais da cultivar Fuji, em Santa Catarina.

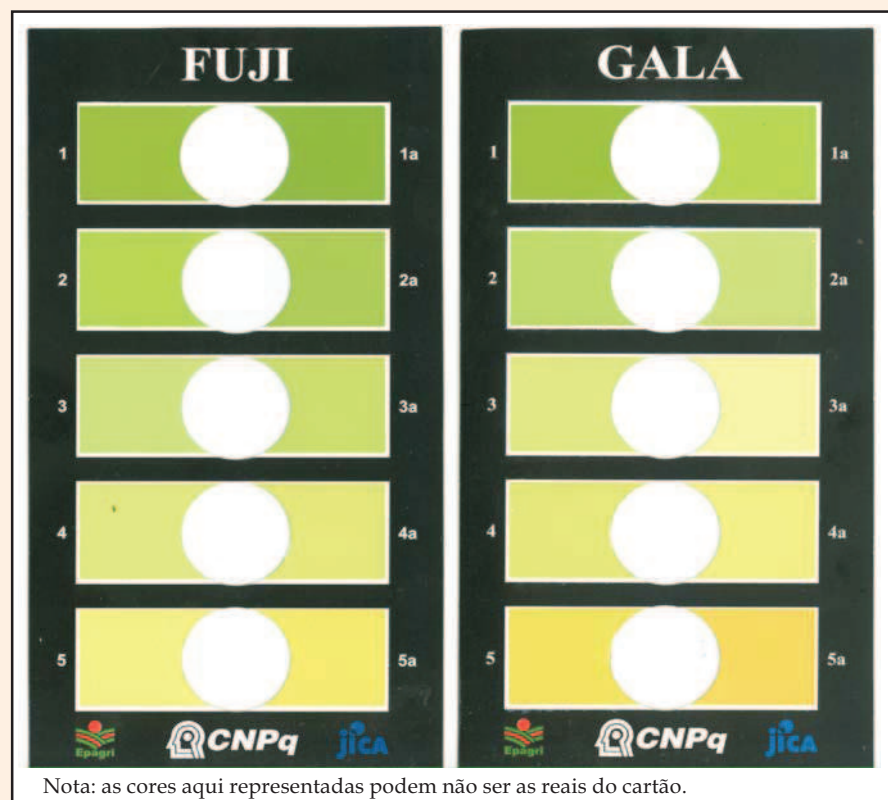


Figura 1. Catálogos de cores de fundo desenvolvidos pela Epagri para maçãs 'Gala' e 'Fuji'

⁴ "Hue" pode ser definido como "escala objetiva de cores" (medida por instrumento).

Os frutos foram colhidos semanalmente por seis a sete semanas, dependendo do pomar, iniciando duas a três semanas antes do ponto de colheita comercial previsto, com base na data da plena floração. Foram colhidos 30 frutos por pomar e data de colheita, de 30 plantas previamente marcadas em cada pomar.

Desenvolvimento e validação dos catálogos de cores

Estudos preliminares foram conduzidos com maçãs 'Gala' e 'Fuji' colhidas em vários estádios de maturação, segundo a cor de fundo da região menos exposta ao sol e menos avermelhada da superfície dos frutos, em 2002 e 2003. Valores de *hue*, L e C (McGuire, 1992) foram estimados por colorímetro CR-200 (Minolta, Japão) nessa região menos exposta ao sol e menos avermelhada da superfície desses frutos. Selecionaram-se as cores dos catálogos-referência (usados para maçãs na Nova Zelândia, Estados Unidos, Itália, França e Japão) que mais se aproximavam da cor de fundo dos frutos para cada cultivar e estágio de desenvolvimento, com base nos valores de *hue*, L e C.

Catálogos preliminares com aproximadamente 30 cores foram impressos por deposição de tinta fosca Lacnitrocelulose específica para catálogo de cores de frutos (TipoLac, São Paulo). Selecionaram-se 5 escalas de cores para a cultivar Gala e 5 escalas de cores para a cultivar Fuji pela proximidade dos valores de *hue* dos frutos e das amostras de cores dos catálogos. Arbitrou-se uma escala de índices de cores de 1 a 5, correspondentes a verde (índice 1) e amarelo (índice 5). A validade dos novos catálogos de cores impressos em 2004 (Argenta, 2004a; 2004b) foi determinada pelos coeficientes de correlação entre a cor de fundo e os demais indicadores físico-químicos da maturação dos frutos medidos em diferentes estádios de desenvolvimento dos frutos.

Medidas da maturação e qualidade dos frutos

A qualidade e a maturação dos frutos foram determinadas 1 dia após a colheita. As análises da firmeza da polpa, cor de fundo e intensidade de cor vermelha foram realizadas individualmente para cada fruto, enquanto as análises do teor de sólidos solúveis totais (SS), da acidez titulável (AT) e da taxa de produção de etileno foram determinadas em quatro amostras de seis a oito frutos (± 1 kg) por data de colheita e pomar. A firmeza da polpa foi medida em dois lados opostos da superfície de cada fruto, pela utilização de um penetrômetro eletrônico motorizado com ponteira de 11mm (Güss, África do Sul). O teor de SS e a AT foram determinados no suco preparado com espremedor tipo Champion. O teor de SS foi medido usando-se refratômetro digital (Atago, Tokyo), e a AT determinada pela titulação de 10ml de suco com 0,1N NaOH até pH 8,2, usando-se um titulador automático (Radiometer, França). A cor de fundo foi medida na área menos exposta ao sol e menos avermelhada da superfície dos frutos usando-se um colorímetro CR-200 (Minolta, Japão) e expressa como ângulo *hue* (McGuire, 1992). A cor de fundo também foi estimada visualmente, dando-se notas de 1 a 5, conforme catálogo de escalas de cores desenvolvido para maçãs 'Gala' e 'Fuji' (Argenta, 2004a; 2004b). A intensidade (%) de cor vermelha foi estimada visualmente, considerando a porcentagem de área avermelhada relativa à superfície total do fruto e à densidade de cor vermelha, especialmente entre as estrias de cor vermelha. Considerou-se como menor densidade de vermelho para a superfície mais estriada.

As avaliações das taxas de produção de etileno foram feitas em quatro amostras de frutos por data de colheita e por pomar, usando um sistema de fluxo contínuo. Amostras de frutos (± 1 kg) foram colocadas 1 dia após a colheita, em jarras de 4L, supridas com ar comprimido, livre de etileno, a 100ml/min, e mantidas a 23

$\pm 0,3^\circ\text{C}$ durante 12h. No ar efluente foi analisada a concentração de etileno por meio de um cromatógrafo a gás (Shimadzu 14B, Japão).

Análise de dados

Os coeficientes de correlação e sua significância entre o índice de cor de fundo (medido pelos catálogos de escalas de cores) e os demais indicadores da qualidade e maturação dos frutos foram determinados pelo teste Person Product-Moment, usando médias de 30 medidas de firmeza, índice de amido, índices de cor de fundo (*hue* e do catálogo) e intensidade de cor vermelha e de quatro medidas de AT, SS e etileno, de cada data de colheita e pomar.

Os dados também foram submetidos à análise de regressão para determinar os modelos de variação dos índices de maturação e qualidade em função da variação do índice de cor de fundo. Selecionaram-se modelos lineares ou quadráticos que melhor se ajustaram aos dados com base na sua significância, determinada pelo teste F, e no índice R^2 . Os dados foram analisados usando o Sistema de Análise Estatística para micro-computador (SAS Inc.). Equações de regressão lineares ou quadráticas foram usadas para estimar os índices de cor de fundo correspondentes ao período ideal de colheita de maçãs 'Gala' e 'Fuji'.

Resultados e discussão

Validação dos catálogos de cores

A relação entre o índice de cor de fundo estimado visualmente pelo catálogo de escalas de cores e os demais indicadores de maturação foi altamente significativa para as três cultivares estudadas (Figuras 2 e 3). Isso significa que a variação da firmeza, o índice de amido, os sólidos solúveis (SS), a acidez titulável (AT), a cor de fundo *hue*, a produção de etileno e a intensidade de cor vermelha dos frutos foram associados à variação do índice de cor de fundo estimado pelo catálogo de cor. ►

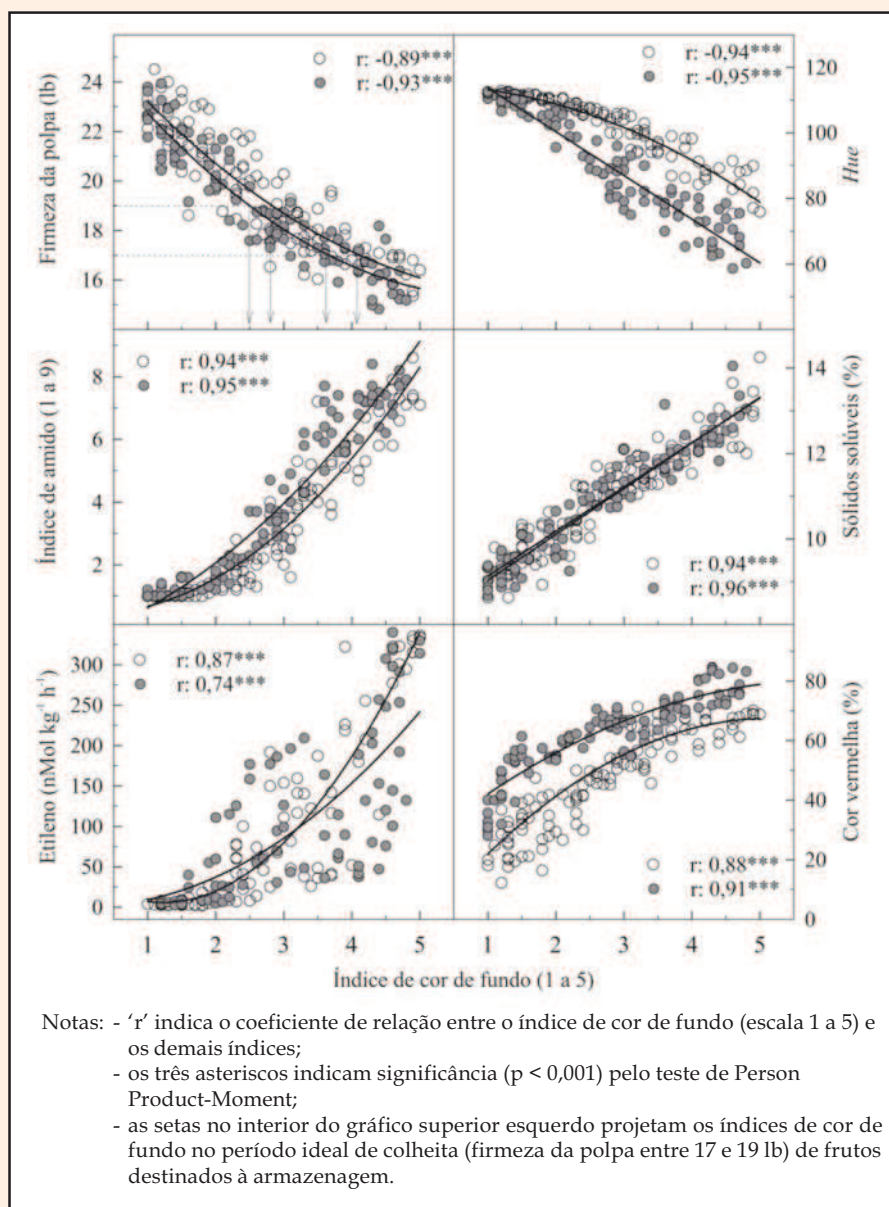


Figura 2. Evolução dos índices de maturação de maçãs 'Gala' (círculos vazios) e 'Royal Gala' (círculos cheios) em função da variação dos índices de cor de fundo determinada pelo catálogo de cores

Os coeficientes de correlação foram menores para a 'Fuji' em relação à 'Gala' e à 'Royal Gala'. Apesar de serem significativos, os coeficientes de relação entre a cor de fundo estimada pelo catálogo de cores e a AT, a taxa de produção de etileno e a intensidade de cor vermelha foram menores se comparados aos coeficientes de relação entre a cor de fundo e os demais indicadores da maturação (Figuras 2 e 3).

O alto coeficiente de relação entre a cor de fundo medida pelo catálogo de cores e a cor *hue* indica que as

mudanças de cor de fundo que acompanham as alterações dos estádios de maturação de maçãs podem ser estimadas por ambos os métodos, especialmente para as cultivares Gala e Fuji. As medidas de cor determinadas por colorímetro (ex.: *hue*) se caracterizam pela precisão, rapidez e simplicidade do método (McGuire, 1992). Esse método é especialmente útil para identificar variações mínimas de cores em superfícies de cores uniformes. Já o catálogo de cores dispensa a aquisição de instrumentos, pode ser facilmente

carregado para pomares e ser usado para treinamento dos colhedores de frutas. O catálogo de cores é vantajoso em relação ao colorímetro para cultivares de maçãs com maior intensidade de cor vermelha rajada, como é o caso da 'Royal Gala'. Os valores de cor *hue* em maçãs 'Royal Gala' foram inferiores aos de maçãs 'Gala' quando ambas apresentavam o mesmo índice de cor 4 ou 5 do catálogo de cores (Figura 1). Isso possivelmente se deve à interferência da cor vermelha detectada pelo colorímetro e desconsiderada nas medidas subjetivas feitas com o catálogo de cores. A intensidade da cor vermelha na região menos exposta ao sol em maçãs 'Gala' é menor que aquela em maçãs 'Royal Gala'. Por isso, os valores absolutos de *hue* correspondente a cada índice do catálogo de cores são mais corretos quando medidos na superfície de maçãs 'Gala' que na superfície de maçãs 'Royal Gala'.

Os resultados indicam que os catálogos de cores empregados neste estudo podem ser seguros para estimar o estágio de maturação e o ponto de colheita de maçãs 'Gala', 'Royal Gala' e 'Fuji'. No entanto, é importante considerar que nem sempre ocorre perfeito sincronismo entre os vários processos fisiológicos associados à maturação dos frutos na planta (Knee, 1971), embora a maioria deles seja altamente dependente da ação do fitormônio etileno (Lelièvre et al., 1997). Por isso, nenhum indicador de maturação pode ser usado isoladamente, de forma segura, para indicar o estágio de maturação e ponto de colheita de maçãs (Kingston, 1992; Blanpied & Silsby, 1992; Bartram, 1993). Um índice composto por três médias físico-químicas tem sido sugerido como método mais seguro para estimar o estágio de maturação de maçãs (Streif, 1989).

A cor de fundo é um dos indicadores da evolução da maturação mais utilizados para estimar o período de colheita de maçãs 'Gala', 'Royal Gala' e 'Fuji' nos Estados Unidos e na Nova Zelândia, embora ela possa ser influenciada pela data de colheita e região de produção (Watkins et al.,

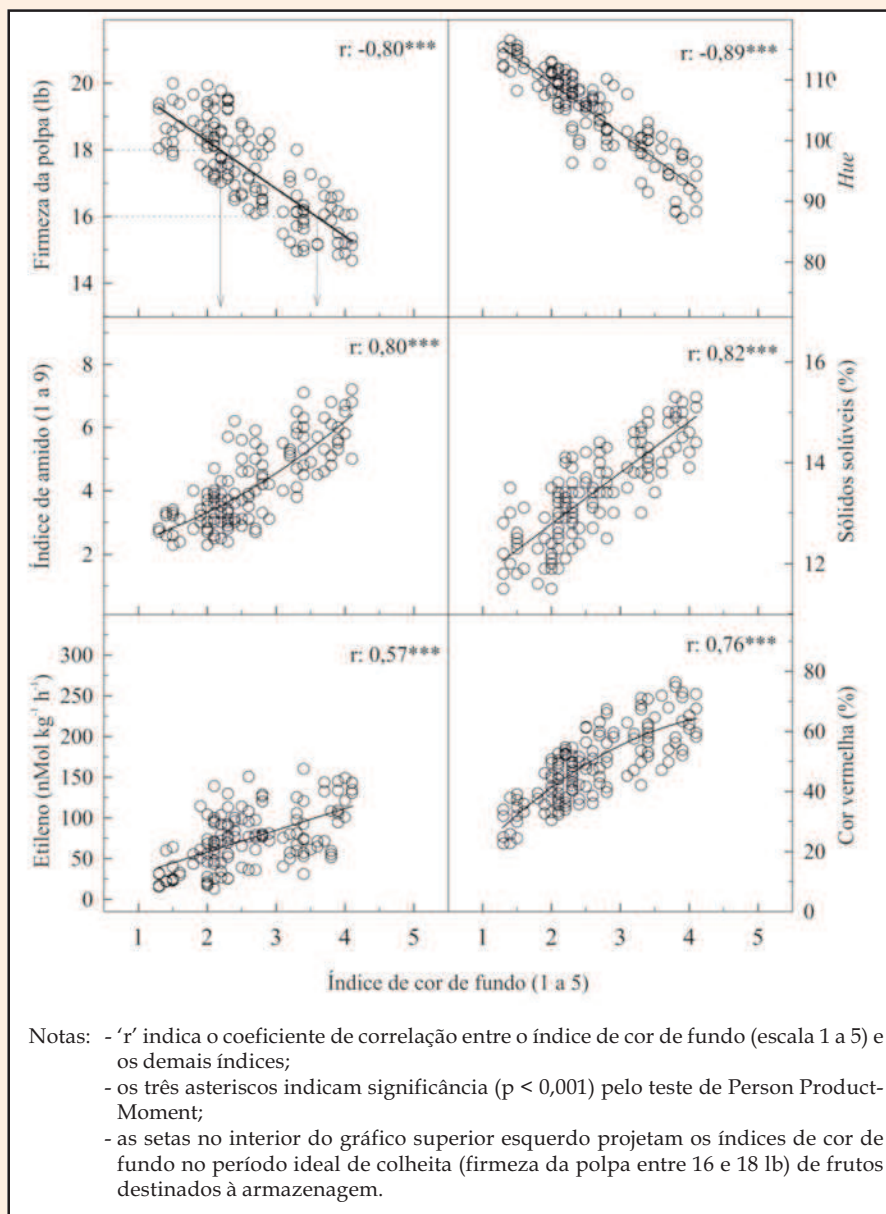


Figura 3. Evolução dos índices de maturação de maçãs 'Fuji' em função da variação dos índices de cor de fundo determinada pelo catálogo de cores

1993a; 1993b; Plotto et al., 1995). Frutos com uma cor de fundo específica podem ter menor firmeza e maior índice de degradação de amido quando colhidos tarde (nas últimas passadas) que frutos colhidos nas primeiras passadas. Frutos de regiões mais frias podem apresentar menor índice de amido e maior firmeza de polpa que frutos de regiões quentes, embora apresentem a mesma cor de fundo (Watkins et al., 1993a) pois, baixas temperaturas favorecem o acúmulo de carotenoides na epiderme das maçãs (Kingston, 1992). Frutos com elevados níveis de nitrogênio

podem exibir cor de fundo mais verde, embora possam apresentar reduzida firmeza da polpa e avançado índice de degradação de amido (Raese & Williams, 1974).

Evidentemente, o catálogo de cores de fundo não pode ser usado para clones de 'Gala' e 'Fuji' com intensidade de cor vermelha muito alta e não estriada, como é o caso da 'Fuji Suprema'. No entanto, catálogos de cores de fundo podem ser empregados para clones de cor vermelha estriada, mesmo que a incidência de cor vermelha seja maior que as de 'Gala' e 'Fuji', como é caso

da 'Royal Gala' (Figura 1), 'Imperial Gala', 'Maxi Gala', 'Mishima' e 'Kiku 8', atualmente cultivadas no sul do Brasil.

Índice de cor de fundo do catálogo de cores para o período ideal de colheita

O período ideal de colheita das maçãs destinadas à armazenagem ocorre quando a firmeza da polpa, na colheita, está entre 17 e 19lb para 'Gala' e entre 16 e 18lb para 'Fuji' (Argenta & Mondardo, 1994; Argenta et al., 1995; Plotto et al., 1995). A qualidade sensorial após longos períodos de armazenagem é máxima quando 'Gala' e 'Fuji' são colhidas nesses intervalos de firmeza (Plotto et al., 1995). Os riscos de desenvolvimento dos distúrbios fisiológicos "bitter pit" e escaldadura superficial aumentam muito quando a firmeza da polpa, na colheita, for superior a 19lb para 'Gala' e superior a 18lb para 'Fuji' (Plotto et al., 1995). Por outro lado, os riscos de desenvolvimento de podridões e distúrbios por senescência e por CO₂ aumentam muito quando a firmeza da polpa, na colheita, for inferior a 17lb para 'Gala' e inferior a 16lb para 'Fuji' (Argenta & Mondardo, 1994; Plotto et al., 1995; Argenta et al., 2002).

Considerando que o período ideal de colheita de maçãs 'Gala' ocorre quando a firmeza da polpa está entre 17 e 19lb (Argenta & Mondardo, 1994), o índice de cor de fundo projetado pela análise de regressão estará entre 2,8 e 4,1 para 'Gala' e 2,5 e 3,7 para 'Royal Gala' (Figura 1, Tabela 1). Esses resultados demonstram que, para um mesmo valor de cor de fundo, a firmeza da polpa é ligeiramente superior e o índice de degradação de amido ligeiramente inferior em maçãs 'Gala' quando comparados com maçãs 'Royal Gala'.

Por outro lado, levando em conta que o período de colheita comercial de maçãs 'Fuji' ocorre quando a firmeza da polpa está entre 16 e 18lb (Argenta et al., 1995; Plotto et al., 1995), o índice de cor de fundo do catálogo de cores, ►

Tabela 1. Índices de maturação correspondentes ao período ideal de colheita¹ estimados pelas respectivas funções de regressão e significância de modelos lineares e quadráticos testados para variação dos índices de maturação em função da variação da cor de fundo do catálogo

Parâmetro	Índice de maturação		Função ⁽²⁾	Significância ⁽³⁾	
				Linear	Quadrático
Gala					
Firmeza da polpa (lb)	19,0	17,0	$y = 0,24x^2 - 3,20x + 26,2$	***	***
Cor de fundo (catálogo)	2,8	4,1			
Cor de fundo (<i>hue</i>)	105,6	95,4	$y = -1,4x^2 - 0,08x + 114,6$	***	***
Índice de amido (1 a 9)	2,8	5,7	$y = 0,34x^2 - 0,11x + 0,46$	***	***
Sólidos solúveis (%)	11,0	12,4	$y = 1,04x + 8,09$	***	ns
Etileno (nMol/kg/h)	75,7	163,0	$y = 10,06x^2 - 2,29x + 1,6$	***	***
Cor vermelha (%)	53,3	64,7	$y = -2,67x^2 + 27,4x - 2,9$	***	***
Royal Gala					
Firmeza da polpa (lb)	19,0	17,0	$y = 0,29x^2 - 3,5x + 25,9$	***	***
Cor de fundo (catálogo)	2,5	3,7			
Cor de fundo (<i>hue</i>)	93,7	78,2	$y = -13,3x + 127,0$	***	ns
Índice de amido (1 a 9)	3,0	5,5	$y = 0,23x^2 + 0,73x - 0,33$	***	***
Sólidos solúveis (%)	10,6	11,9	$y = 1,07x + 7,96$	***	ns
Etileno (nMol/kg/h)	58,8	128,0	$y = 23,4x^2 - 57,4x + 40,9$	***	***
Cor vermelha (%)	61,6	72,0	$y = -1,5x^2 + 18,4x + 25,2$	***	***
Fuji					
Firmeza da polpa (lb)	18,0	16,0	$y = -1,4x + 21,1$	***	ns
Cor de fundo (catálogo)	2,2	3,6			
Cor de fundo (<i>hue</i>)	107,0	95,5	$y = -8,2x + 125,9$	***	ns
Índice de amido (1 a 9)	3,5	5,5	$y = 0,2x^2 + 0,25x + 2,0$	***	***
Sólidos solúveis (%)	13,0	14,4	$y = 1,02x + 10,75$	***	ns
Etileno (nMol/kg/h)	63,1	100,4	$y = 26,7x + 4,6$	***	ns
Cor vermelha (%)	44,4	61,0	$y = -2,8x^2 + 28,1x - 3,6$	***	***

⁽¹⁾ Período em que a firmeza estava entre 19 e 17lb para 'Gala' e 'Royal Gala' e entre 18 e 16lb para 'Fuji'.

⁽²⁾ Funções de regressão usadas como modelos de variação dos respectivos índices de maturação em relação à variação do índice de cor de fundo do catálogo de cores, apresentados nas Figuras 1 e 2.

⁽³⁾ Significante para $p < 0,001$ (***) ou não significativo para $p < 0,05$ (ns) para os modelos lineares e quadráticos testados.

projetado pela análise de regressão, está entre 2,2 e 3,6.

Conclusões

- As mudanças de cor de fundo em maçãs estimadas por catálogos de cores de Argenta (2004a; 2004b) se relacionam significativamente com as mudanças de outros indicadores da evolução da maturação, incluindo a cor de fundo determinada por

colorímetro, firmeza da polpa, degradação do amido e teor de SS.

- Os coeficientes de relação entre cor de fundo estimada pelos catálogos de cores e AT, taxa de produção de etileno e intensidade de cor vermelha são menores na 'Fuji'.

- Os índices de cor de fundo dos catálogos de cores relativos ao período ideal de colheita variam de 2,8 e 4,1 para 'Gala', 2,5 a 3,7 para 'Royal Gala' e 2,2 a 3,6 para 'Fuji'.

Literatura citada

- ARGENTA, L.C. *Índice de cores para maçãs 'Fuji'*. Florianópolis: Epagri, 2004b. Cartão.
- ARGENTA, L.C. *Índice de cores para maçãs 'Gala'*. Florianópolis: Epagri, 2004a. Cartão.
- ARGENTA, L.C.; MONDARDO, M. Maturação na colheita e qualidade de maçãs 'Gala' após a

- armazenagem. *Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal*, Campinas, v.6, n.2, p.135-140, 1994.
4. ARGENTA, L.C.; BENDER, R.J.; KREUZ, C.L. et al. Padrões de maturação e índices de colheita de maçãs cvs. Gala, Golden Delicious e Fuji. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.30, n.10, p.1258-1266, 1995.
 5. ARGENTA, L.C.; FAN, X.; MATTHEIS, J.P. Responses of 'Fuji' apples to short and long duration exposure to high CO₂. *Postharvest Biology and Technology*, Amsterdam, v.24, p.13-24, 2002.
 6. BARTRAM, D. Interpretation of weekly harvest tests for determining long term CA storage harvest timing. In: BARTRAM, D. *Apple maturity program*. Wenatchee: USDA-USA, 1993. p.45-54.
 7. BENDER, R.J.; EBERT, A. *Determinação do ponto de colheita de cultivares de macieira*. Teste iodo-amido. Florianópolis: Empasc, 1985. 6p.
 8. BLANPIED, G.D. A study of the relationship between fruit internal ethylene concentration at harvest and post-storage fruit quality of Empire apples. *Journal of Horticultural Science*, Ashford, v.61, n.4, p.465-470, 1986.
 9. BLANPIED, G.D.; SILSBY, K.J. *Predicting harvest date windows for apples*. Ithaca: Cornell Cooperative Extension Information, 1992. 12p.
 10. HARKER, F.R.; GUNSON, F.A.; JAEGER, S.R. The case for fruit quality: an interpretive review of consumer attitudes, and preferences for apples. *Postharvest Biology and Technology*, Amsterdam, v.28, n.3, p.333-347, 2003.
 11. KINGSTON, C.M. Maturity indices for apple and pear. *Horticultural Reviews*, Hoboken, v.13, p.407-432, 1992.
 12. KNEE, M. Ripening of apples during storage. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, London, v.22, p.365-367, 1971.
 13. KNEE, M.; SMITH, S.M.; JOHNSON, D.S. Comparison of methods for estimating the onset of respiration climacteric in unpicked apples. *Journal of Horticultural Science*, Ashford, v.58, n.4, p.521-526, 1983.
 14. KNEE, M.; SMITH, S.M. Variation in quality of apple fruits stored after harvest on different dates. *Journal of Horticultural Science*, Ashford, v.64, n.4, p.413-419, 1989.
 15. KUPFERMAN, E. Maturity and storage of 'Gala', 'Fuji' and 'Braeburn' apples. *Tree Fruit Postharvest Journal*, Wenatchee, v.5, n.3, p.10-15, 1994.
 16. LELIÈVRE, J-M.; LATCHÉ, A.; JONES, B. et al. Ethylene and fruit ripening. *Physiologia Plantarum*, Copenhagen, v.101, p.727-739, 1997.
 17. MCGUIRE, R.G. Reporting of objective color measurements. *HortScience*, Alexandria, v.27, p.1254-1255, 1992.
 18. PLOTTO, A.; AZARENKO, N.; MATTHEIS, J.P. et al. 'Gala', 'Braeburn', and 'Fuji' Apples: Maturity Indices and Quality After Storage. *Fruit Varieties Journal*, University Park, v.49, n.3, p.133-142, 1995.
 19. RAESE, J.T.; WILLIAMS, M.W. The relationship between fruit color of golden delicious apples and nitrogen content and color of leaves. *Journal of American Society for Horticultural Science*, Alexandria, v.99, n.4, p.332-334, 1974.
 20. REID, M.S.; RODES, M.J.C.; HULME, A.C. Changes in ethylene and CO₂ during ripening of apples. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, London, v.24, p.971-979, 1973.
 21. STREIF, J. Erfahrungen mit erntetermin-untersuchungen bei äpfeln. *Besseres Obst*, Hohenheim, v.9, p.235-238, 1989.
 22. WATKINS, C.B.; HARKER, R.; BROOKFIELD, P. et al. Maturity of 'Royal Gala', 'Braeburn' and 'Fuji' - the New Zealand experience. In: ANNUAL WASHINGTON TREE FRUIT POSTHARVEST CONFERENCE, 9., 1993, Wenatchee. *Annals...* Wenatchee, 1993a. p.16-19.
 23. WATKINS, C.B.; BROOKFIELD, P.L.; HARKER, F.R. Development of maturity indices for the 'Fuji' apple cultivar in relation to watercore incidence. *Acta Horticulturae*, Wellington, v.326, p.267-276, 1993b. ■